

## Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung von Blaslanzen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kühlung von Blaslanzen, die zum Behandeln von in metallurgischen Gefäßen befindlichen flüssigen Metallschmelzen, insbesondere von einem, gegebenenfalls im Vakuum ausgesetzten Stahl in RH-Gefäßen und/oder zum Heizen von Metallschmelzen (gegebenenfalls unter Vakuum) mittels einer Hubeinrichtung in das Gefäßinnere hinein- und herausführbar ist und die wenigstens ein inneres Leitrohr zum Führen von Gasen, insbesondere von Sauerstoff, mit einer kopfendigen Lanzenmündung zum Aufblasen des Gases auf die Metallschmelze besitzt und einen sich über ihre Länge erstreckenden Kühlmantel zur Durchführung eines Kühlmedium aufweist, der als doppelwandiges, einen inneren und einen äußeren Kühlkanal aufweisendes Mantelrohr mit einem Umlenkrohr im Bereich des Kopfendes ausgebildet ist, wobei das metallurgische Gefäß zur Druckabsenkung mit einer Vakuum-Pumpe verbunden ist.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens, mit einem metallurgischen Gefäß, in das mittels einer Hubeinrichtung in das Gefäßinnere eine Blaslanze hinein- und herausführbar ist, die wenigstens ein inneres Leitrohr mit einer kopfendigen Lanzenmündung und einen Kühlmantel aufweist, der aus einem inneren Kühlkanal und einem äußeren Kühlkanal besteht, die über ein Umlenkrohr in Verbindung stehen, und mit einer Pumpe, mittels der über einen Vakuumanschluss das metallurgische Gefäß evakuierbar ist.

Blaslanzen der vorgenannten Art sind prinzipiell nach dem Stand der Technik bekannt. Als Kühlmedium während des Aufblasens von Gasen oder Feststoffen auf die Stahlschmelze wird regelmäßig Wasser verwendet, das in einem großen Volumenstrom unter Druck bis in den Lanzenkopf gespült wird. Insbesondere in dem auf die Stirnseite des Lanzenkopfes strahlenden Brennfleck auf der Badoberfläche treten extrem hohe Temperaturen auf, die zu einem allmählichen Verschleiß und/oder

Rissbildung am Lanzenkopf führen, aufgrund dessen die Wandstärke der im Lanzenkopf befindlichen Kühlkammern dünner wird bis die Wände mit der Folge erweichen, dass es zu Durchbrüchen kommen kann. Austretendes Wasser verdampft dann, übersteigt die Saugleistung der Vakuum-Pumpe und führt explosionsartig zu einem Überdruck im Rezipienten.

Um einerseits die Gefahr eines Wasserdurchbruches einer in Betriebsstellung befindlichen Blaslanze zu vermeiden und andererseits die Lanze intensiv zu kühlen, ist bei einem anderen Verfahren, bei dem die Blaslanze in die Schmelze eingetaucht wird, in der DE 35 43 836 C2 vorgeschlagen worden, mit zwei im Wechsel zum Einsatz kommenden Blaslanzen zu arbeiten, die sowohl mit Kühlung als auch mit Kühlwasser gekühlt werden können. Von den beiden Blaslanzen wird nur die gerade in Blasstellung befindliche und in die Schmelze eintauchende Blaslanze mit Kühlluft gekühlt, während die sich gerade außerhalb der Schmelze befindende Blaslanze intensiv mit Kühlwasser gekühlt wird. Die abwechselnde Benutzung zweier Blaslanzen ist jedoch relativ aufwendig. Für eine wassergekühlte Blaslanze ist daher in der DE 199 48 187 C2 vorgeschlagen worden, dass die von dem im wärmeleitenden Kontakt mit der Wandung des Lanzenkopfes angeordneten Temperaturfühlers erfasste Temperatur über die Wasserkühlung und/oder die Sauerstoffzufuhr und/oder die Zugabe von Zuschlagstoffen und/oder den Abstand des Lanzenkopfes von dem Schmelzbad geregelt wird.

Der mit der Wasserkühlung von Blaslanzen verbundene Nachteil, dass es im Falle eines im Bereich des Kühlmantels der Lanze auftretenden Defektes (Bruch oder Riss) und eines damit verbundenen Eintritts von Wasser in den über der heißen Metallschmelze im Gefäß anstehenden Reaktionsraum zu einer schlagartigen und starken Expansion des freigesetzten Wassers als Wasserdampf kommt und einer möglichen Abspaltung von Wasserstoffgas ( $H_2$ ), ist damit jedoch nicht behoben. Insbesondere bei RH-Gefäßen, die nur ein geringes freies Gefäßvolumen besitzen, drohen bei Gefäßinnentemperaturen von bis zum  $1800^\circ C$  große Gefahren. Das durch

die Lanze zirkulierende Kühlwasser mit einer Durchflussmenge von 30m<sup>3</sup>/h bis 50m<sup>3</sup>/h ist nämlich mit den nach dem Stand der Technik verfügbaren Vakuumpumpen nur zu einem geringen Teil absaugbar, wobei sich unter Zugrundelegung der vorstehend genannten Kühlwassermengen ein Verhältnis der Saugleitung zur im Durchbruchfall vorhandenen Dampfmenge zwischen 1:20 bis 1:100 beträgt. Apparativ bedingt bewirken in RH-Gefäßen die beiden in den Flüssigstahl eingetauchten

Tauchrohre einen siphonartigen Verschluss, die, da das Einbringen von Druckentlastungsöffnungen (Expansionsklappen) nicht möglich ist, unter Umständen als einzige Druckausgleichöffnungen dienen. Bei Verkettung unglücklicher Umstände ist bei einem Wassereinbruch durch eine defekte Sauerstoffflange in einem RH-Gefäß mit anschließender Expansion mit einem Expansionsenddruck von ca.  $14 \times 10^5$  Pa zu rechnen. Bei einer Explosionsgeschwindigkeit von  $2 \times 10^7$  Pa/s und einer Druckentlastung durch die vorhandenen Tauchrohre würden zwangsläufig große Flüssigstahlmengen in die Anlagenumgebung geschleudert.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung das Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend weiter zu entwickeln, dass im Falle einer Kühlmantelleckage der Lanze die vorstehend beschriebenen Nachteile verhindert und demgemäß die Sicherheit des Bedienungspersonals erhöht und die gesamte Anlage geschützt sind. Entsprechendes gilt auch hinsichtlich der weiterzuentwickelnden Vorrichtung.

Die vorstehende Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Die erste Maßnahme besteht darin, als Kühlmedium ein Gas zu verwenden, womit die bei einem Lanzendefekt freiwerdende Menge des Kühlmediums drastisch reduziert wird. Durchgeführte Berechnungen zeigen, dass bei Sauerstoffblasprozessen unter einem Druck von 1 bis  $2 \times 10^4$  Pa in einem RH-Gefäß ein Kühldampfdurchfluss von 1000 kg/h und bei einem VCD-Betrieb unter einem Druck von 70 Pa bis  $4 \times 10^3$  Pa ein Kühldampfdurchfluss von 360 kg/h ausreichen. Diese im Vergleich zur Wasserkühlung geringe Dampfmenge kann ohne weiteres bei einem Lanzenriss oder Lanzenbruch von der Vakuumpumpe abgesaugt werden ohne dass hierbei eine gefährliche

Expansion innerhalb des Gefäßes entsteht. Das Verhältnis der Saugleistung der (Vakuum-) Pumpe zu der vorhandenen Dampfmenge beträgt ca. 2:1 bis 6:1, womit eine Druckentwicklung mit Expansion durch die Tauchrohre wirksam vermieden wird. Eine weitere erfindungsgemäße Maßnahme besteht darin, dass die momentan zur Verfügung stehende Saugleistung der Pumpe die Durchflussmenge des als Kühlmedium verwendeten Gases regelt. Fällt die Saugleistung der Pumpe ab oder ist sie aus anderen Gründen gering bzw. geringer, so wird der Kühlgasdurchfluss entsprechend minimiert, um ein ausreichendes Verhältnis der Saugleistung der Pumpe zu der im Schadensfall abzusaugenden Kühlgasmenge  $\geq 1$  zu gestalten.

Weiterentwicklungen sind in den Ansprüchen 2 bis 8 beschrieben.

Nach einer Weiterentwicklung dieses Verfahrens regelt die momentan zur Verfügung gestehende Pumpensaugleistung zusätzlich den Lanzenvorschub, wobei vorzugsweise bei einer gemessenen Differenz zwischen der Menge des zur Lanzenkühlung zugeführten und des abgeföhrten Gases der Lanzenvorschub und die Gaszufuhr unmittelbar gestoppt werden. Die erste Maßnahme dient dazu, eine weitere Schädigung der Lanze durch starke Temperaturerhöhung beim Annähern an die Badspiegeloberfläche zu verhindern. Die andere Maßnahme bewirkt, dass nur die derzeit im Kühlmantel der Lanze befindliche Gasmenge ausströmen kann.

Vorzugsweise wird als Kühlmedium überhitzter Wasserdampf, insbesondere um 20°C bis 50°C überhitzter Wasserdampf verwendet. Für die Kühlung mit Wasserdampf gilt hinsichtlich der zu fördernden Volumenmenge entsprechendes wie für jedes andere nach dem Stand der Technik bekannte Kühlgas, hier insbesondere Stickstoff oder Argon. Aufgrund der geringeren Volumenmenge, die zur Kühlung erforderlich ist, kann auch die Breite der Kühlkanäle minimiert werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird während des Sauerstoffaufblasens das Kühlmedium in den inneren Kühlkanal eingeleitet und über den äußeren Kühlkanal abgeführt. Hierdurch ist gewährleistet, dass unmittelbar im Anschluss an

die größte Wärmeaufnahme des als Kühlmedium eingeleiteten überhitzten Wasserdampfes im Bereich des äußeren Kühlkanals der Wasserdampf unmittelbar aus der Lanze wieder herausgeführt wird. Ferner ergibt sich der Vorteil, dass der über das innere Leitrohr eingespeiste Sauerstoff aufgrund der am inneren Leitrohr entlang-streichenden Wasserdampfmenge aufgeheizt und insoweit in bereits aufgeheiztem Zustand auf die im Gefäß befindliche Stahlschmelze geblasen wird. Damit ergibt sich ein geringerer Temperaturverlust des flüssigen Stahls, eine intensivere Kohlenstoff-Reaktion bei durch das Sauerstoffauftauen vorzunehmenden Entkohlungen, eine intensivere Aluminium-Reaktion beim chemischen Heizen sowie ein verbesserter Sauerstoff-Wirkungsgrad und schließlich ein geringerer Sauerstoffverbrauch.

Für den Fall, dass die Lanze zwischen den Behandlungsphasen im VCD-Betrieb sich in der oberen Parkstellung befindet, ist weiterhin vorgesehen, dass der Wasserdampf in den äußeren Kühlkanal des Kühlmantels eingespeist und nach kopfendiger Umlenkung über den inneren Kühlkanal abgeführt wird. Sofern dabei die Umgebungstemperatur der Lanze im Vergleich mit dem Sauerstoffblasbetrieb geringer ist, wird durch diese Wasserdampfführung im Kühlmantel sichergestellt, dass der Wasserdampf zunächst den Bereich des äußeren Kühlkanals aufheizt, so dass die Abkühlung des Wasserdampfes und eine damit einhergehende Kondensatbildung im Bereich der Kühlkanäle vermieden wird.

Zur Vermeidung einer Überhitzung des Kühlmantels und zur Optimierung der benötigten Kühlmedium-Menge bei den unterschiedlichen Lanzenstellungen und Betriebsbedingungen ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Menge des in den Kühlmantel einzuleitenden Kühlmediums, insbesondere Wasserdampfes, in Abhängigkeit der am Außenmantel der Lanze gemessenen Temperatur und/oder der momentanen Lanzenstellung geregelt wird.

Um zu vermeiden, dass im Kopfbereich der Lanze eine Kondensatbildung auftritt, wird die Lanze im Anfahrbetrieb zunächst ohne Kühlung vorgewärmt, vorzugsweise indem die Lanze in das bereits aufgeheizte metallurgische Gefäß gefahren wird und erst hiernach die Dampfkühlung eingeschaltet wird.

Bei der Verwendung von Wasserdampf wird dieser vorzugsweise unter einem Druck von mindestens  $7 \times 10^5$  Pa unter einer Temperatur von 160°C bis 210°C als Kühlmittel zugeführt.

Die Aufgabe wird ferner durch die Vorrichtung nach Anspruch 9 gelöst, die erfundungsgemäß durch eine Regeleinheit zur Einstellung der Durchflussmenge des als Kühlmedium verwendeten Gases in Abhängigkeit der momentanen Lanzenstellung, der zur Verfügung stehenden Saugleistung der Vakuum-Pumpe und der Lanzenaußenwandtemperaturen die Durchflussmenge des Kühlmediums regelt, gekennzeichnet ist. Vorzugsweise wird über die Regeleinheit auch der Lanzenvorschub eingestellt.

Um die Temperaturbelastung der Lanze und damit die wesentlichen Verschleißeffekte besser erfassen zu können, sind am Blaslanzenkopf und am Blaslanzenmantel in längsaxial unterschiedlichen Abständen Messfühler angeordnet, die mit der Regeleinheit verbunden sind. Entsprechend der gemessenen Temperaturen kann die Durchflussmenge des Kühlmediums über die Regeleinheit vergrößert oder verkleinert werden. Um eine Kondensatbildung in den Kühlkanälen im Bereich des Lanzenkopfes zu vermeiden, ist vorzugsweise ein Kondensatabscheider vorgesehen, durch den das Kühlmedium vor Eintritt in den Kühlkanal der Blaslanze geführt wird.

Eine verbesserte Wärmeabfuhr kann gewährleistet werden, wenn die zum Kühlkanal gerichtete innere Oberfläche des äußeren Kühlmantelrohrs radial in den Kühlkanal vorstehende Rippen aufweist.

Vorzugsweise wird die Lanzenmündung als Laval-Düse ausgebildet.

Weitere Vorteile der Erfindung sowie Ausführungsbeispiele sind in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht einer Blaslanze,

Fig. 2 die Lanze gemäß Fig. 1 in einem Schnitt nach Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Querschnittsansicht eines RH-Gefäßes mit eingefahrener Lanze einschließlich Steuereinheit in einer schematischen Darstellung,

Fig. 4 bis 7 jeweils Querschnitte von RH-Gefäßen mit unterschiedlichen Lanzenstellungen bzw. in unterschiedlichen Betriebszuständen und

Fig. 8 bis 11 jeweils Zeit-Temperatur-Diagramme der unter Prozessbedingungen gemäß Fig. 4-7 errechneten Temperaturen.

Die prinzipiell nach dem Stand der Technik bekannte Lanze 10 besitzt ein inneres Leitrohr 11, das kopfendig in einer Düse 20, vorzugsweise einer Laval-Düse, als Lanzenmündung 12 endet. Über dieses Leitrohr 11 ist ein Gas, insbesondere Sauerstoff zuführbar. Das Leitrohr 11 ist von einem Kühlmantel 13 mit einem äußeren rohrförmigen Kühlmantelrohr 13a umgeben, dessen Innenraum durch ein eingesetztes Umlenkrohr 14 in einen das innere Leitrohr 11 umschließenden inneren Kühlkanal 15 und in einen äußeren Kühlkanal 16 unterteilt ist. Das Umlenkrohr 14 reicht im Kopfbereich der Lanze 10 nicht bis an die Düse 20 heran, so dass sich hier ein Umlenkbereich 17 als Verbindung zwischen dem inneren Kühlkanal 15 und dem äußeren Kühlkanal 16 ergibt. Jeder der beiden Kühlkanäle 15 und 16 ist an dem Fußende der Lanze an eine zugeordnete Öffnung 18 angeschlossen, die je nach gewünschter Kühlmediumflussrichtung als Einlass oder Auslass geschaltet wird.

Wie in Figur 2 dargestellt, wird zur Verbesserung der Wärmeübertragung auf das den Kühlmantel durchströmende Kühlmedium die zum Kühlkanal 16 gerichtete innere Oberfläche des äußeren Kühlmantelrohrs 13a mit radial in den Kühlkanal 16 vorstehenden Rippen 19 ausgebildet.

Zur Kühlung der Lanze in deren möglichen Betriebszuständen, auf die später noch eingegangen wird, wird über die Kühlkanäle 15 und 16 des Kühlmantels 13 ein Kühlgas, vorzugsweise um 20°C bis 50°C überhitzter Wasserdampf zugeführt.

Zur Vermeidung von Kondensatbildungen in den Kühlkanälen des Kühlmantels der Lanze kann eine Kreuzschaltung hinsichtlich der Beaufschlagung des inneren Kühlkanals 15 bzw. des äußeren Kühlkanals 16 für die Zufuhr und Abfuhr des Wasserdampfes vorgesehen sein. So erfolgt beispielsweise bei höchster Lanzen-Wärmebelastung im Sauerstoffblasbetrieb die Zufuhr des Kühldampfes über die mit dem inneren Kühlkanal 15 verbundene Öffnung 18, so dass der Wasserdampf längst des inneren Leitrohres 11 bis zum Umlenkbereich 17 des Kühlmantels 13 strömt und von hier aus über den äußeren Kühlkanal 16, der über den rohrförmigen Kühlmantel 13 in Kontakt mit dem die Lanze umgebenden Reaktionsraum des Gefäßes steht, abgeführt wird. Befindet sich dagegen die Lanze zwischen den Behandlungsphasen einzelner Chargen in der oberen Parkstellung, so ist damit eine wesentlich geringere Wärmeeinwirkung auf den äußeren Kühlmantel 13 gegeben. In diesem Fall wird der Wasserdampf zunächst in den äußeren Kühlkanal 16 eingeblasen. Der Wasserdampf wird über den inneren Kühlkanal 15 und dessen kopfseitige Auslassöffnung 18 abgeführt. Entsprechendes gilt auch im Falle eines VCD-Betriebes.

Das gleiche gilt im Anfahrbetrieb, d. h. dass bei einer kalten Lanze, die Lanze 10 zunächst ohne Dampfkühlung in das Gefäß 200 hineingefahren wird, um die Lanze vorzuwärmen. Die Dampfkühlung wird somit erst nach Vorwärmung der Lanze aufgeschaltet.

Wie im einzelnen Figur 3 entnommen werden kann, wird das metallurgische Gefäß 200 mit seinen Tauchrohren 21 in die in eine Pfanne 23 eingefüllte Metallschmelze 29 eingeführt. Das Behandlungsgefäß 200 ist über einen Anschlussstutzen 22 mittels einer Pumpe 30 evakuierbar. Ebenso wie die Pumpe 30 ist auch der Lanzenantrieb 24 mit einer Regeleinheit 27 verbunden. Zur Feststellung der momentanen Lanzenstellung ist ein Encoder 25 vorgesehen.

Ebenso sind am Lanzenmantel in unterschiedlichen längsaxialen Abständen sowie an der Lanzenmündung Temperaturfühler vorgesehen, von denen in Fig. 3 lediglich der Temperaturfühler 26 eingezeichnet ist. Die von diesem Fühler sowie den anderen Temperaturfühlern gemessenen Temperaturen werden ebenfalls der Regeleinheit 27 übermittelt. Die Regeleinheit 27 regelt in Abhängigkeit der Saugleistung der Pumpe 30 sowie der über die vorhandenen Temperaturfühler gemessenen Temperaturen über den Regler 28 die eingeführte Kühlgasmenge. Nicht im einzelnen dargestellt sind Durchflussmessgeräte, welche die eingeführte sowie die ausgeführte Kühldampfmenge feststellen und bei etwaigen Abweichungen, die Indiz für vorhandene Leckagen sind, ein Signal an die Regeleinheit 27 senden. Im Leckagefall wird die weitere Kühlgasinleitung sowie der Lanzenvorschub gestoppt bzw. das Herausfahren der Lanze aus dem Gefäß 200 eingeleitet.

Figur 4 zeigt eine in das Gefäß 200 hineingeführte Lanze. Im dargestellten Zustand herrscht im Gefäßinneren Normaldruck, d. h. die Pumpe 30 ist nicht in Betrieb. Weder das Leitrohr 11 noch die Kühlkanäle 15 und 16 sind zu Beginn mit Gas beaufschlagt. Unter diesen Voraussetzungen beträgt in einem konkreten Anwendungsfall die Gefäßinnenraumtemperatur  $T_1$  1500°C. Die hierbei innerhalb der ersten zwei Minuten an der Lanze gemessenen Temperaturen  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  und  $T_4$  sind Fig. 8 zu entnehmen. Im konkreten Anwendungsfall wird an der Kopfseite der Lanze ein Temperaturanstieg bis 1060°C gemessen. Wird nach zwei Minuten die Dampfkühlung durch Einlassen von Wasserdampf mit einer Temperatur von 160°C unter  $7 \times 10^5$  PA aufgeschaltet, sinken die an dem Lanzenkopf gemessenen Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  auf 260 bzw. 215°C ab. Die durch die Kühlkanäle 15 und 16 geförderte Dampfmenge beträgt dann ca. 179 kg/h.

Figur 5 zeigt die Lanze 10 im Sauerstoffblasbetrieb. Im Gefäßinneren liegt ein Druck von  $2 \times 10^4$  Pa und eine Temperatur  $T_1$  von 1800°C an. Durch das Leitrohr 11 wird Sauerstoff in einer Menge von z. B. 1000 Nm<sup>3</sup>/h aufgeblasen. Zur Lanzenkühlung wird Wasserdampf unter einem Druck von  $7 \times 10^5$  PA mit einer Temperatur von 160°C eingeführt. Die entsprechenden Temperaturverläufe  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  und die Dampfaustrittstemperatur sind Fig. 9 zu entnehmen.

Figur 6 zeigt eine in das Gefäß 200 eingeführte Lanze in einem VCD-Prozess, d. h. ohne Sauerstoffzufuhr über das Leitrohr 11. Der eingestellte Druck im Inneren des Gefäßes liegt zwischen 70 Pa und  $4 \times 10^3$  Pa. Die Lanze wird mit Wasserdampf ( $7 \times 10^5$  Pa, 160°C) gekühlt. Die Gefäßinnentemperatur  $T_1$  beträgt 1200°C, die durch die Kühlkanäle 15 und 16 geförderte Dampfmenge 360 kg/h. Der Verlauf der Temperaturen  $T_1$  bis  $T_4$  sowie der Dampfaustrittstemperatur  $T_{Da}$  ist Fig. 10 zu entnehmen. Die geförderte Dampfmenge betrug 360 kg/h.

Figur 7 zeigt die Lanze in einer oberen Parkposition. Das Gefäß 200 ist mit seinen Tauchstutzen in die Metallschmelze eingetaucht. Wie Fig. 11 zu entnehmen ist, steigen die gemessenen LanzenTemperaturen binnen kurzer Zeit von 20°C auf 160°C bzw. 200°C, obwohl die eingelassenen Wasserdampfdurchflussmenge 1464 kg/h beträgt.

Die jeweils vorstehend beschriebenen und untersuchten Betriebssituationen zeigen, dass bei einem Sauerstoffblasprozess, der unter einem Druck von  $0,5 \times 10^4$  bis  $2 \times 10^4$  PA betrieben wird, ein Kühldampfdurchfluss von 1000 kg/h und bei einem VCD-Betrieb unter einem Vakuum von 70 Pa bis  $4 \times 10^3$  Pa, ein Kühldampfdurchfluss von 360 kg/h einzusetzen ist. Im Vergleich zur Wasserkühlung liegen deutlich geringere Dampf Mengen an, die ohne weiteres bei einem Lanzenriss oder Lanzenbruch von der Vakuumpumpe gefahrlos abgesaugt werden können, d. h. ohne dass hierbei eine gefährliche Expansion innerhalb des Gefäßes 200 entsteht.

Eine Differenzmessung der eingelassenen Dampf Mengen und der austretenden Dampf Mengen, insbesondere betreffend Durchfluss und Druckmessungen in den Zu- und Abführungsleitungen zeigen unmittelbar entstandene Lanzenleckagen an. Vorentscheidend wird zur Vermeidung einer Kondensatbildung bei einer Lanzenstellung in der oberen Position die Dampfdurchflussrichtung mit einer entsprechenden Ventilschaltung umgekehrt.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Kühlung von Blaslanzen, die zum Behandeln von in metallurgischen Gefäßen befindlichen flüssigen Metallschmelzen, insbesondere von einem gegebenenfalls in einem Vakuum ausgesetzten Stahl in RH-Gefäßen und/oder zum Heizen von Metallschmelzen, gegebenenfalls unter Vakuum, mittels einer Hubeinrichtung in das Gefäßinnere hinein- und herausführbar sind und die wenigstens ein inneres Leitrohr zum Führen von Gasen oder Feststoffen, insbesondere von Sauerstoff, mit einer kopfendigen Lanzenmündung zum Aufblasen des Gases auf die Metallschmelze besitzen und einen sich über ihre Länge erstreckenden Kühlmantel zur Durchführung eines Kühlmediums aufweisen, der als doppelwandiges, einen inneren und einen äußeren Kühlkanal aufweisenden Mantelrohr mit einem Umlenkrohr im Bereich des Kopfendes ausgebildet ist, wobei das metallurgische Gefäß zur Druckabsenkung mit einer Pumpe verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die momentan zur Verfügung stehende Saugleistung der Pumpe den maximalen Durchfluss des als Kühlmedium verwendeten Gases begrenzt
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die momentan zur Verfügung stehende Pumpsaugleistung die maximal zulässige Kühlgasdurchflussmenge, mittels Durchflussmessungen begrenzt und bei Überschreitung abschaltet.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Kühlmedium vorzugsweise überhitzter Wasserdampf, um 20°C bis 50°C überhitzt, verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass während des Sauerstoffblasens das Kühlmedium in den inneren Kühlkanal eingeführt und über den äußeren Kühlkanal abgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der zwischen den Behandlungsphasen eingestellten oberen Parkstellung der Blaslanze sowie beim VCD-Betrieb das Kühlmedium in den äußeren Kühlkanal eingespeist und über den inneren Kühlkanal abgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussmenge des Kühlmediums in Abhängigkeit der am Außenmantel der Lanze gemessenen Temperatur und/oder der momentanen Lanzenstellung geregelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lanze im Anfahrbetrieb zunächst ohne Kühlung vorgewärmt wird, vorzugsweise in dem die Lanze in das bereits aufgeheizte metallurgische Gefäß gefahren wird und erst hiernach die Dampfkühlung eingeschaltet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Wasserdampf unter einem Druck von mindestens  $7 \times 10^5$  Pa unter einer Temperatur von 160°C bis 210°C als Kühlmittel zugeführt wird.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einem metallurgischen Gefäß (200), in das mittels einer Hubeinrichtung (24) in das Gefäßinnere eine Blaslanze (10) hinein- und herausführbar ist, die wenigstens ein inneres Leitrohr (11) mit einer kopfendigen Lanzenmündung (12) und einem Kühlmantel (13) aufweist, der aus einem inneren Kühlkanal (15) und einem äußeren Kühlkanal (16) besteht, die über ein Umlenkrohr (14) in Verbindung stehen, und mit einer Pumpe (30) mittels der über einen Vakuumanschluss (22) das metallurgische Gefäß (200) evakuierbar ist, gekennzeichnet durch eine Regeleinheit (27) zur Einstellung der Durchflussmenge des als Kühlmedium verwendeten Gases, wobei die Regeleinheit (27) in Abhängigkeit der momentanen Lanzenstellung, der Saugleistung der Vakuum-Pumpe und der gemessenen Lanzaußentemperaturen die Durchflussmenge des Kühlmediums regelt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass Temperaturmessfühler am Blaslanzenkopf und am Blaslanzenmantel in längsaxialem Abstand angeordnet und mit der Regeleinheit (27) verbunden sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, gekennzeichnet durch einen Kondensatabscheider, den das Kühlmedium vor Eintritt in den Kühlkanal (15, 16) durchläuft.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Kühlkanal (16) gerichtete innere Oberfläche des äußeren Kühlmantelrohres (13a) radial in den Kühlkanal (16) vorstehende Rippen (19) aufweist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Lanzenmündung als Laval-Düse (20) ausgebildet ist.

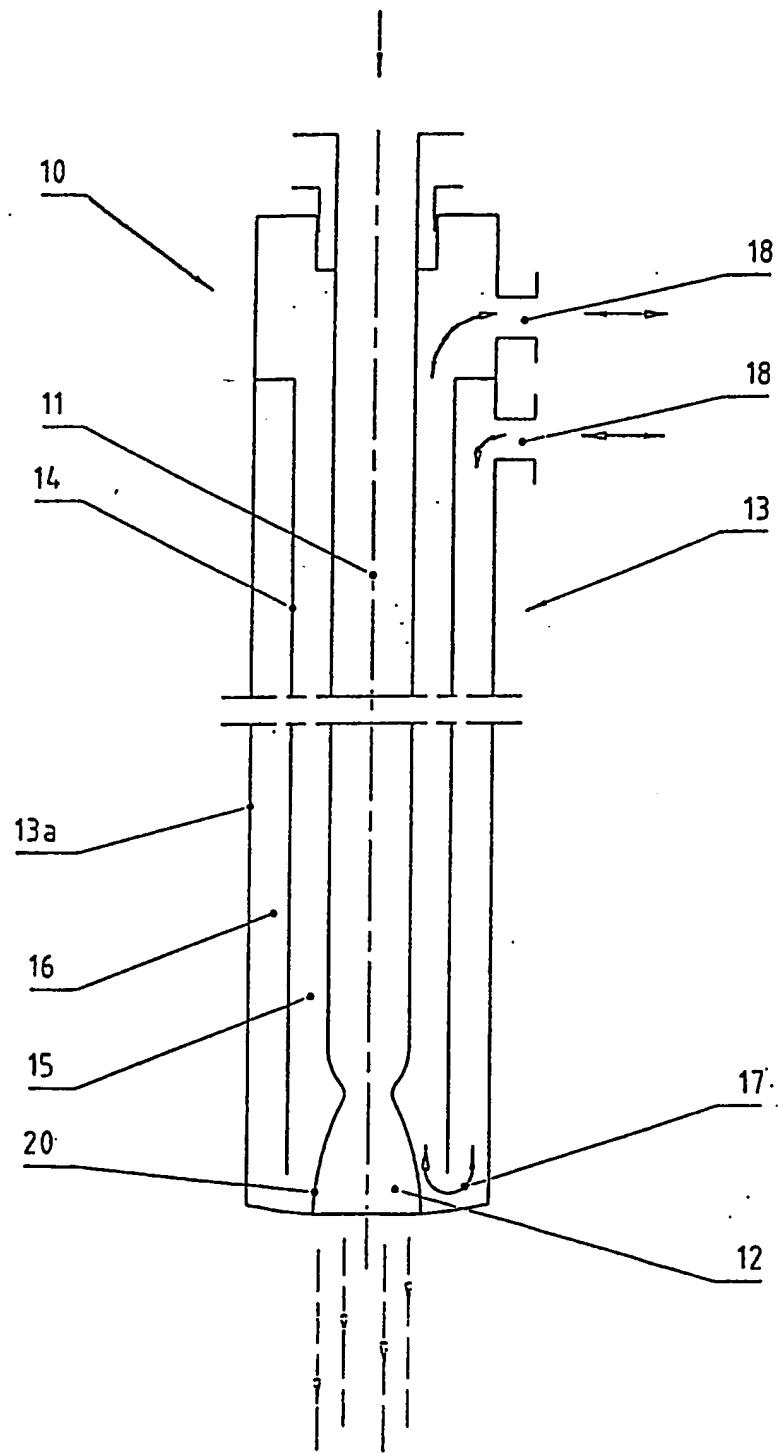


Fig.1

2/7

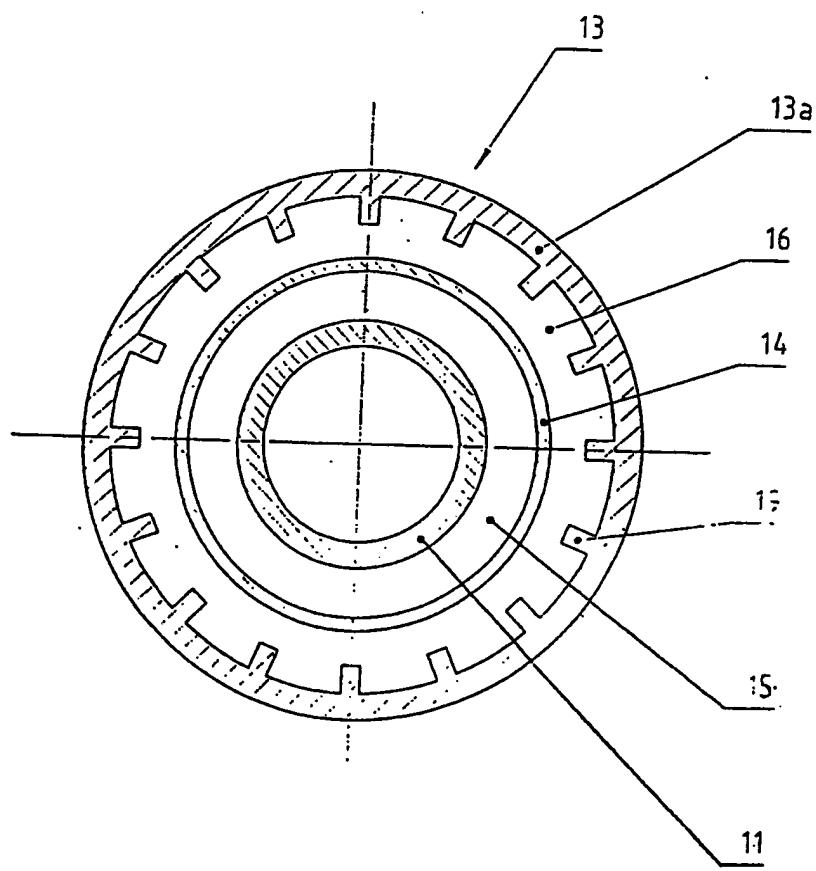


Fig.2

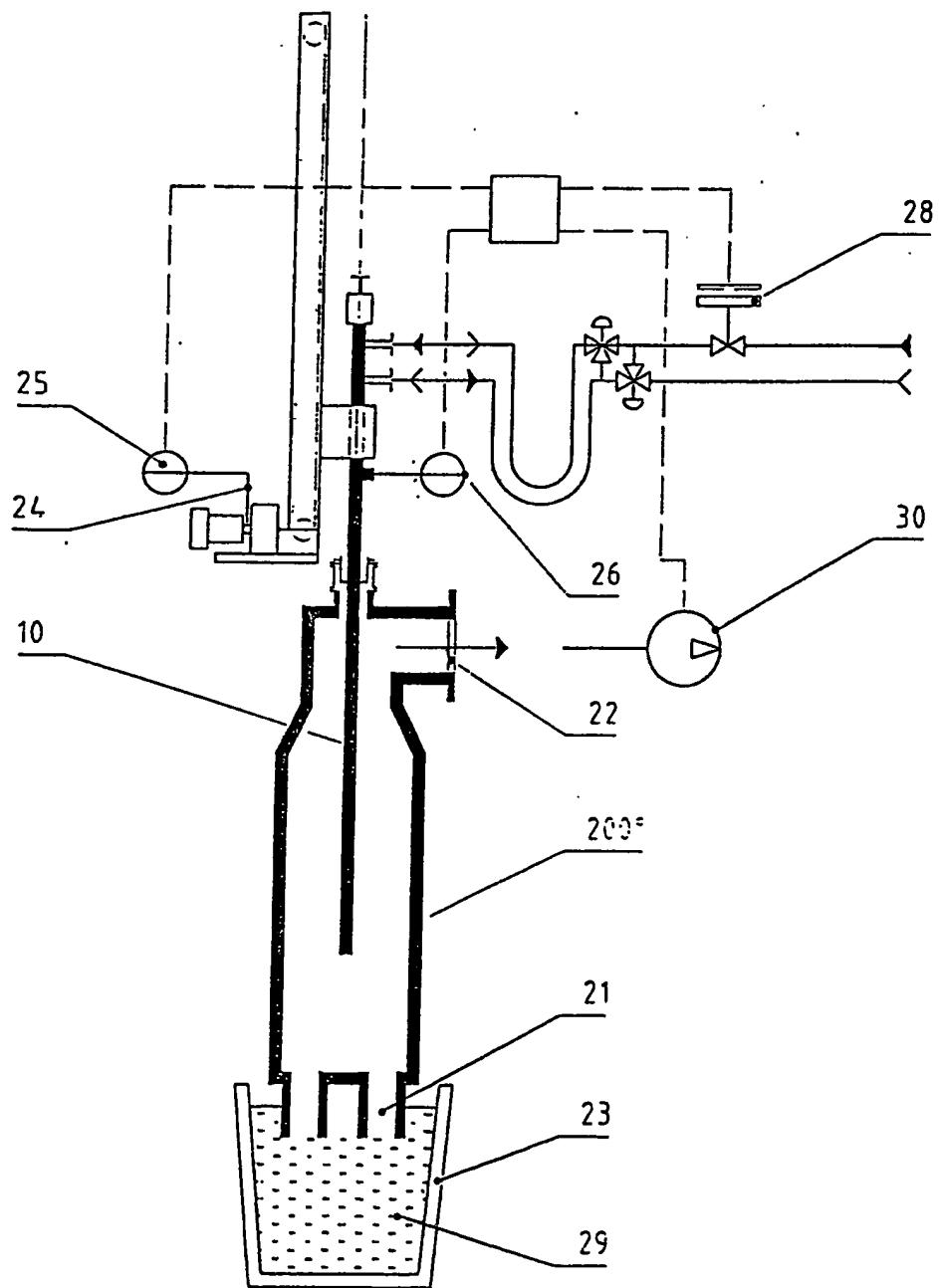


Fig.3

Fig.4

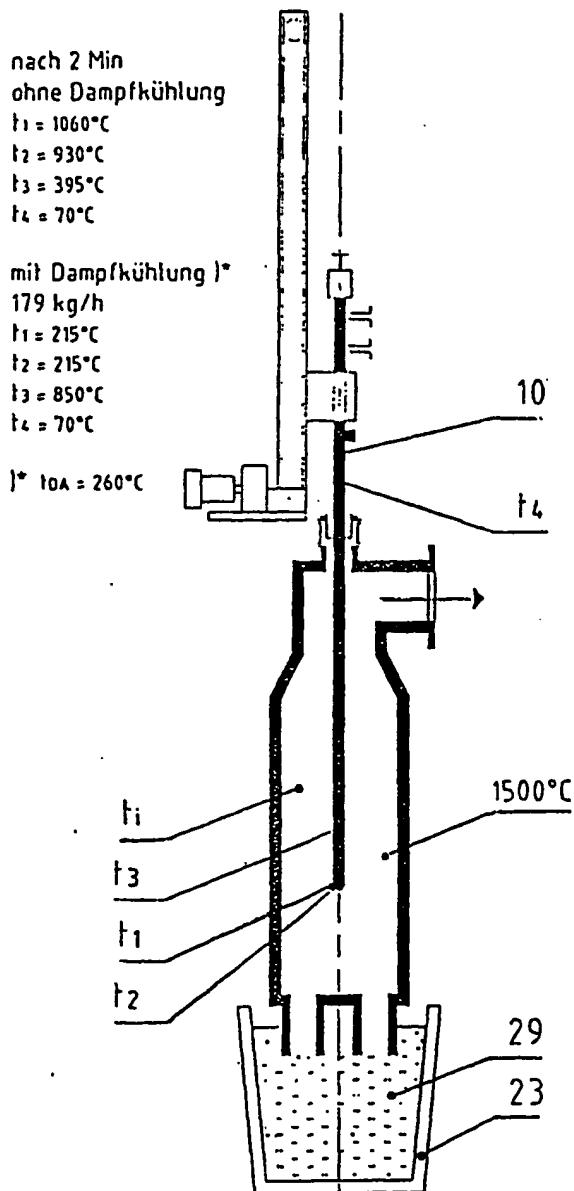
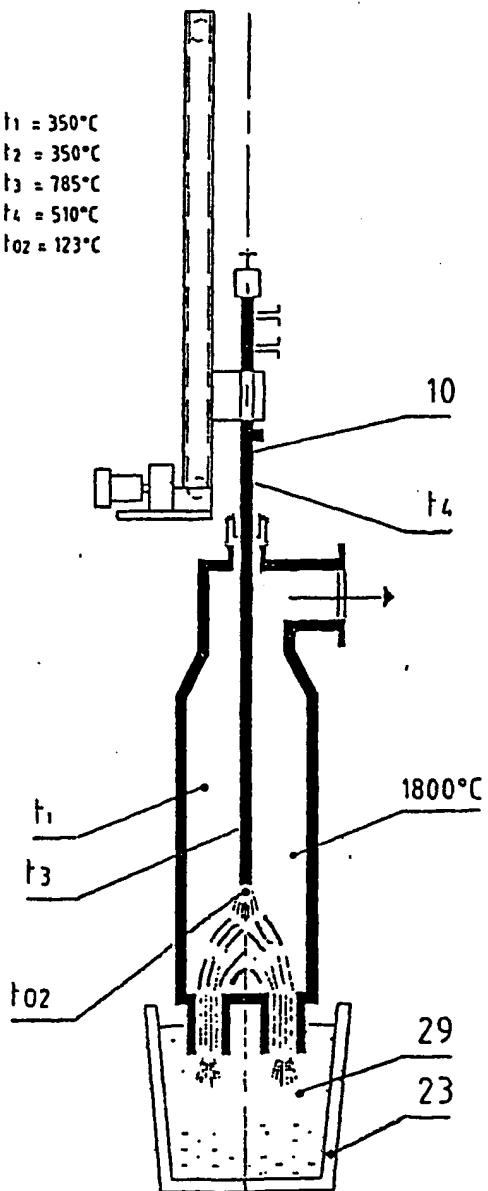


Fig.5



- Lanze im Gefäß
- ohne Vakuum
- " Sauerstoff
- " Lanzenkühlung

- Lanze im Gefäß
- Vakuum: 200 mb
- Sauerstoff: 1000 Nm³/h
- Kühlung: Dampf 6 bar, 160°C,  
 1000 kg/h,  $t_{DA}=360^\circ\text{C}$

Fig.6

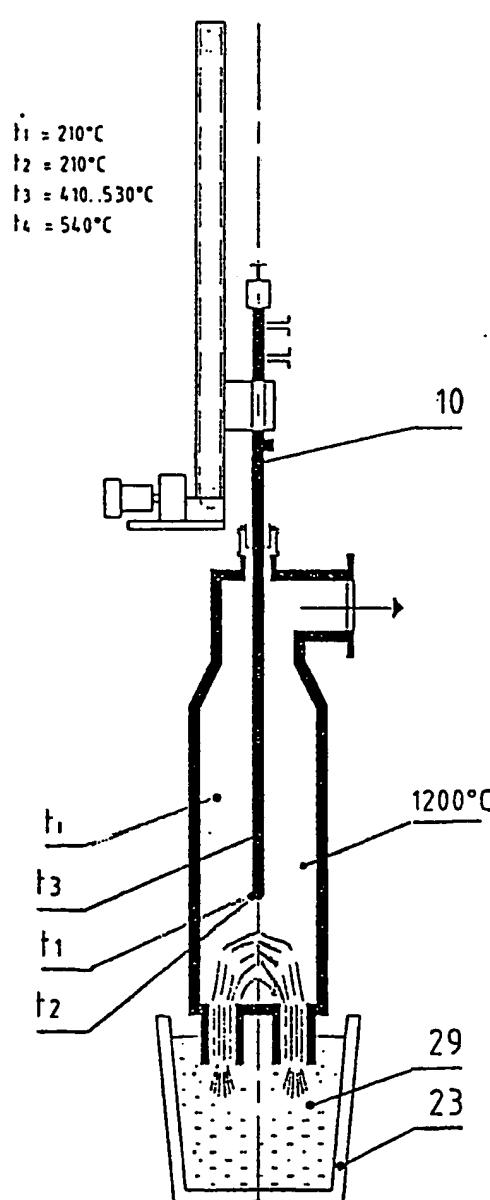
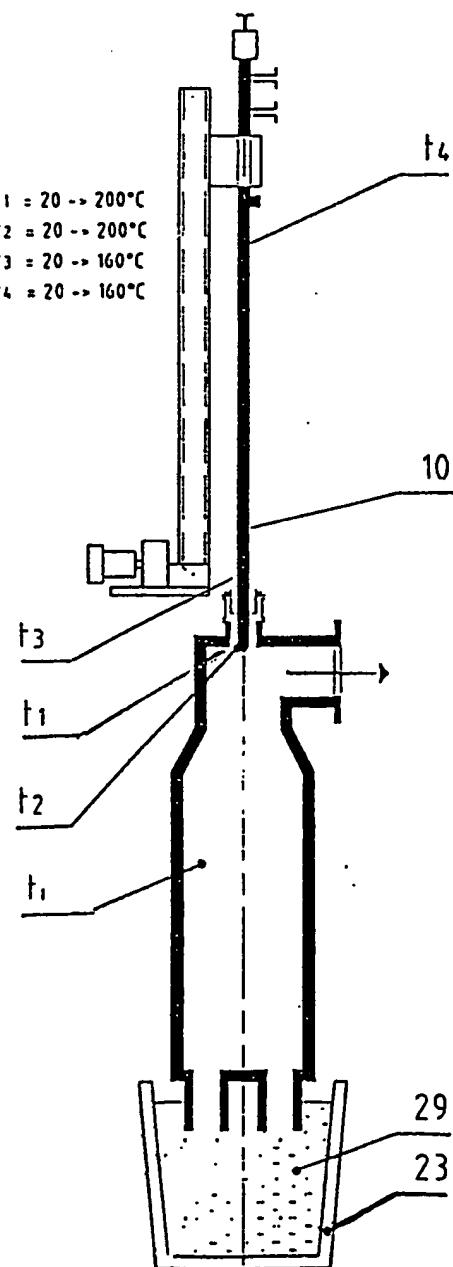


Fig.7



- Lanze im Gefäß
- Vakuum: 40-0,7 mb
- ohne Sauerstoff
- Kühlung: Dampf 6 bar, 160°C, 360 kg/h,  $t_{OA}=360^\circ\text{C}$

- Lanze in obere Position
- ohne Vakuum, Kaltstart: 20→160°C
- ohne Sauerstoff
- Kühlung Dampf 6 bar, 160°C, 122 kg in 5 min

Fig.8

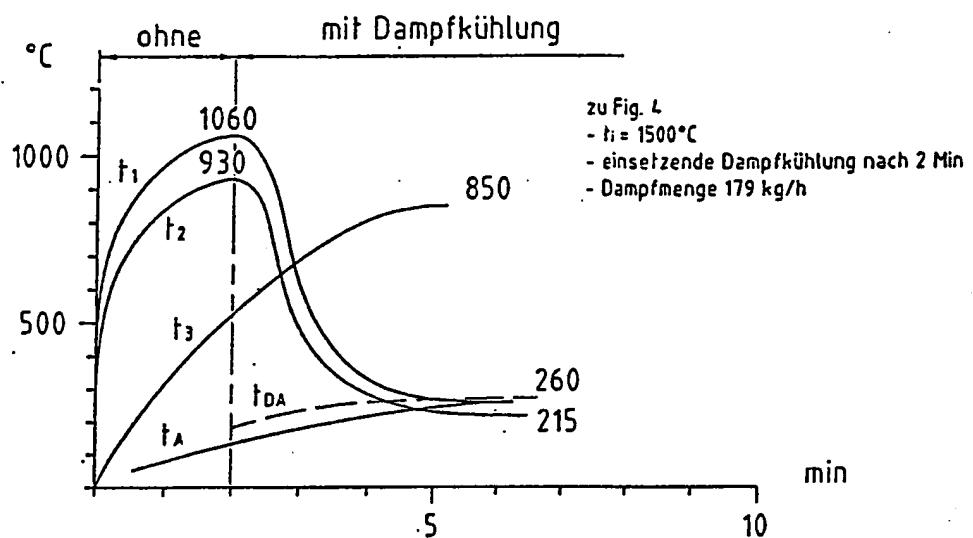
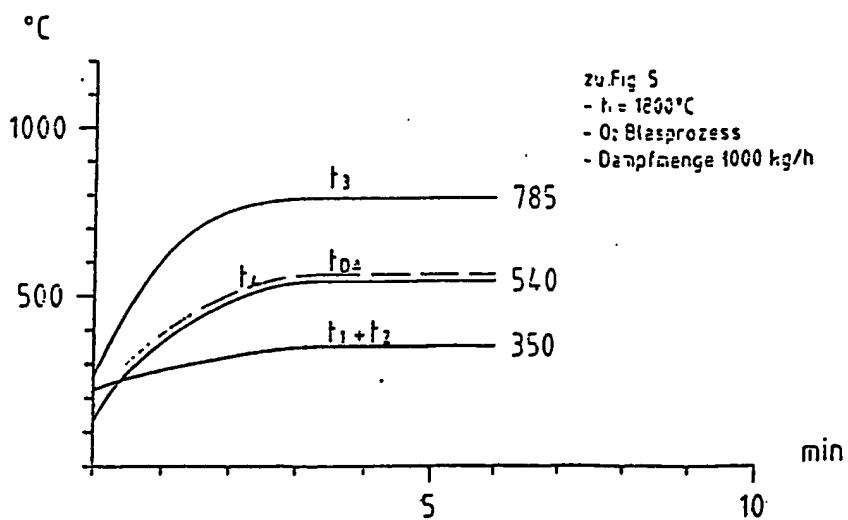


Fig.9



7 / 7

Fig.10

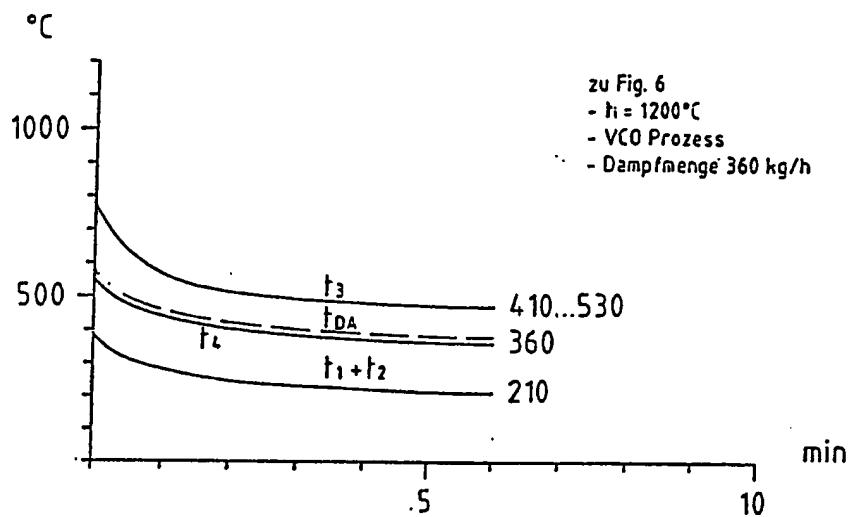
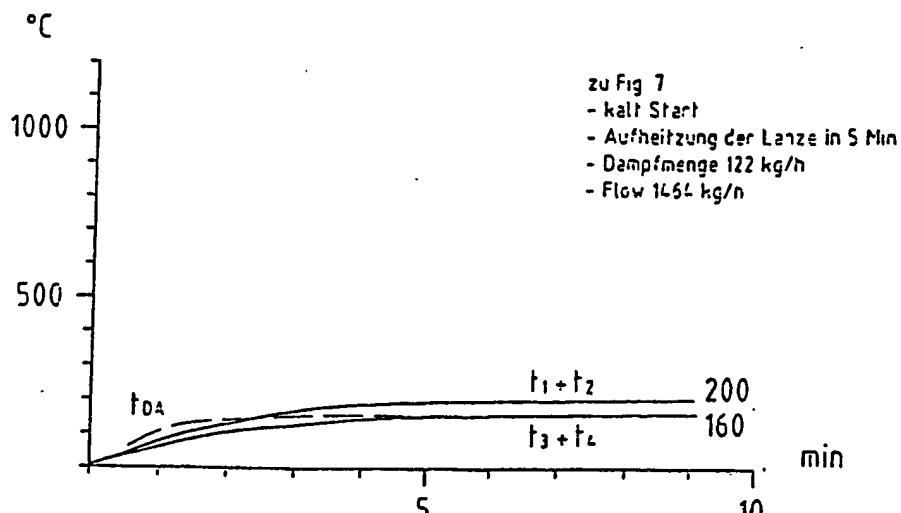


Fig.11



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/DE 03/03741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C21C7/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 35 43 836 A (CLEMENS KARL HEINZ) 19 June 1987 (1987-06-19) cited in the application the whole document	1-13
X	DE 199 48 187 A (THYSSEN KRUPP STAHL AG) 10 May 2001 (2001-05-10) cited in the application the whole document	9-13
A	EP 0 947 587 A (KOESTER VOLKWIN) 6 October 1999 (1999-10-06) the whole document	1-13
A	EP 0 879 896 A (PO HANG IRON & STEEL) 25 November 1998 (1998-11-25) the whole document	1-13

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 March 2004

Date of mailing of the international search report

18/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bergman, L

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Application No

PCT/DE 03/03741

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 3543836	A	19-06-1987	DE	3543836 A1		19-06-1987
			DE	3616510 A1		19-11-1987
DE 19948187	A	10-05-2001	DE	19948187 A1		10-05-2001
			AU	1078501 A		22-04-2002
			CA	2388397 A1		18-04-2002
			EP	1315841 A1		04-06-2003
			WO	0231212 A1		18-04-2002
			US	6599464 B1		29-07-2003
EP 0947587	A	06-10-1999	EP	0947587 A1		06-10-1999
			AT	210195 T		15-12-2001
			AU	2726899 A		27-09-1999
			BR	9908644 A		14-11-2000
			CA	2321651 A1		16-09-1999
			CN	1292831 T		25-04-2001
			DE	59900496 D1		17-01-2002
			WO	9946412 A1		16-09-1999
			EP	1062370 A1		27-12-2000
			ES	2169599 T3		01-07-2002
			JP	2002506124 T		26-02-2002
			PT	1062370 T		31-05-2002
			US	6562287 B1		13-05-2003
EP 0879896	A	25-11-1998	KR	270113 B1		16-10-2000
			AT	214434 T		15-03-2002
			BR	9611914 A		06-04-1999
			DE	69619866 D1		18-04-2002
			DE	69619866 T2		05-09-2002
			EP	0879896 A1		25-11-1998
			US	6156263 A		05-12-2000
			CN	1204372 A ,B		06-01-1999
			ID	18476 A		09-04-1998
			WO	9815664 A1		16-04-1998
			RU	2150516 C1		10-06-2000

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Ratio Aktenzeichen

PCT/DE 03/03741

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C21C7/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 C21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 35 43 836 A (CLEMENS KARL HEINZ) 19. Juni 1987 (1987-06-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
X	DE 199 48 187 A (THYSSEN KRUPP STAHL AG) 10. Mai 2001 (2001-05-10) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	9-13
A	EP 0 947 587 A (KOESTER VOLKWIN) 6. Oktober 1999 (1999-10-06) das ganze Dokument	1-13
A	EP 0 879 896 A (PO HANG IRON & STEEL) 25. November 1998 (1998-11-25) das ganze Dokument	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindender Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindender Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

4. März 2004

18/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bergman, L

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Aktenzeichen	PCT/DE 03/03741
--------------	-----------------

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3543836	A	19-06-1987	DE	3543836 A1		19-06-1987
			DE	3616510 A1		19-11-1987
DE 19948187	A	10-05-2001	DE	19948187 A1		10-05-2001
			AU	1078501 A		22-04-2002
			CA	2388397 A1		18-04-2002
			EP	1315841 A1		04-06-2003
			WO	0231212 A1		18-04-2002
			US	6599464 B1		29-07-2003
EP 0947587	A	06-10-1999	EP	0947587 A1		06-10-1999
			AT	210195 T		15-12-2001
			AU	2726899 A		27-09-1999
			BR	9908644 A		14-11-2000
			CA	2321651 A1		16-09-1999
			CN	1292831 T		25-04-2001
			DE	59900496 D1		17-01-2002
			WO	9946412 A1		16-09-1999
			EP	1062370 A1		27-12-2000
			ES	2169599 T3		01-07-2002
			JP	2002506124 T		26-02-2002
			PT	1062370 T		31-05-2002
			US	6562287 B1		13-05-2003
EP 0879896	A	25-11-1998	KR	270113 B1		16-10-2000
			AT	214434 T		15-03-2002
			BR	9611914 A		06-04-1999
			DE	69619866 D1		18-04-2002
			DE	69619866 T2		05-09-2002
			EP	0879896 A1		25-11-1998
			US	6156263 A		05-12-2000
			CN	1204372 A ,B		06-01-1999
			ID	18476 A		09-04-1998
			WO	9815664 A1		16-04-1998
			RU	2150516 C1		10-06-2000